

(19) 日本国特許庁(JP)

# (12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表 2001-523892

(P 2001-523892 A)

(43) 公表日 平成13年11月27日 (2001.11.27)

(51) Int. C l. 7  
H 01 L 23/373  
23/427

識別記号

F I  
H 01 L 23/36  
23/46

テ-マコ-ド (参考)  
M 5F036  
B

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 31 頁)

(21) 出願番号 特願2000-521547 (P2000-521547)  
(86) (22) 出願日 平成10年11月9日 (1998.11.9)  
(85) 翻訳文提出日 平成12年5月15日 (2000.5.15)  
(86) 國際出願番号 PCT/US98/23711  
(87) 國際公開番号 WO99/26286  
(87) 國際公開日 平成11年5月27日 (1999.5.27)  
(31) 優先権主張番号 60/065,418  
(32) 優先日 平成9年11月13日 (1997.11.13)  
(33) 優先権主張国 米国 (U.S.)  
(81) 指定国 E P (A T, B E, C H, C Y, D E, D K, E S, F I, F R, G B, G R, I E, I T, L U, M C, N L, P T, S E), C A, D E, G B, J P, S G, U S

(71) 出願人 ピーピー・アモコ・コーポレーション  
アメリカ合衆国イリノイ州60601, シカゴ,  
イースト・ランドルフ・ドライブ 200  
(72) 発明者 レブスク, ケビン・ジェイ  
アメリカ合衆国ジョージア州30004, アル  
ファレッタ, ドルー・ロード 4229  
(72) 発明者 ミラー, ジェームズ・ディー  
アメリカ合衆国ジョージア州30062, マリ  
エッタ, ランニング・シーダー・ドライブ  
3251  
(74) 代理人 弁理士 杜本 一夫 (外5名)  
Fターム(参考) 5F036 AA01 BB01 BB60 BD11 BD21

(54) 【発明の名称】熱管理デバイス

## (57) 【要約】

少なくとも1個のヒート・パイプとそれと熱連絡する成形ヒート・シンクとを含む熱管理デバイスであって、前記ヒート・シンクが約5W/mKより大きい熱伝導率を有する充填剤入り樹脂組成物を含み、前記組成物が充填剤と樹脂との合計重量に基いて10~80重量%の熱伝導性充填剤と約90~約20重量%の樹脂とを含む前記デバイス。

**【特許請求の範囲】**

【請求項1】 少なくとも1個のヒート・パイプとそれと熱連絡する成形ヒート・シンクとを含む熱管理デバイスであって、前記ヒート・シンクが約5W/mKより大きい熱伝導率を有する充填剤入り樹脂組成物を含み、前記組成物が充填剤と樹脂との合計重量に基いて10～80重量%の熱伝導性充填剤と約90～約20重量%の樹脂とを含む前記デバイス。

【請求項2】 少なくとも1個のヒート・パイプとそれと熱連絡する成形ヒート・シンクとを含む熱管理デバイスであって、前記ヒート・シンクが約10W/mKより大きい熱伝導率を有する充填剤入り樹脂組成物を含み、前記組成物が炭素繊維と樹脂との合計重量に基いて10～80重量%の炭素繊維と約90～約20重量%の樹脂とを含む前記デバイス。

【請求項3】 前記樹脂が液晶ポリマーである、請求項2記載の熱管理デバイス。

【請求項4】 前記樹脂が熱硬化性樹脂である、請求項2記載の熱管理デバイス。

【請求項5】 前記樹脂が熱可塑性樹脂である、請求項2記載の熱管理デバイス。

【請求項6】 少なくとも1個のヒート・パイプとそれと熱連絡する射出成形ヒート・シンクとを含む熱管理デバイスであって、前記ヒート・シンクが約10W/mKより大きい熱伝導率を有する射出成形可能な充填剤入り樹脂組成物を含み、前記組成物が炭素繊維と液晶ポリマーとの合計重量に基いて20～80重量%の炭素繊維と約80～約20重量%の液晶ポリマーとを含む前記デバイス。

【請求項7】 少なくとも1個のヒート・パイプとそれと熱連絡する圧縮成形ヒート・シンクとを含む熱管理デバイスであって、前記ヒート・シンクが約10W/mKより大きい熱伝導率を有する圧縮成形可能な充填剤入り樹脂組成物を含み、前記組成物が炭素繊維と樹脂との合計重量に基いて20～80重量%の炭素繊維と約80～約20重量%の熱硬化性樹脂とを含む前記デバイス。

【請求項8】 前記炭素繊維が約300W/mKより大きい熱伝導率を有するピッチに基く炭素繊維である、請求項2記載のデバイス。

【請求項9】 前記炭素繊維が約600W/mKより大きい熱伝導率を有するピッチに基く炭素繊維である、請求項2記載のデバイス。

【請求項10】 前記組成物が約15W/mK～約600W/mKの範囲内の熱伝導率を有する、請求項2記載のデバイス。

【請求項11】 前記炭素繊維が約1000W/mKより大きい熱伝導率を有する、請求項9記載のデバイス。

【請求項12】 前記炭素繊維が600W/mK～約1800W/mKの範囲内の熱伝導率を有する、請求項9記載のデバイス。

【請求項13】 前記成形ヒート・シンク要素中にはめ込まれた前記ヒート・パイプ要素を有する単体構造を与えるように、前記デバイスがインサート成形されている、請求項1記載の熱管理デバイス。

【請求項14】 前記成形ヒート・シンク要素中にはめ込まれた前記ヒート・パイプ要素を有する単体構造を与えるように、前記デバイスがインサート成形されている、請求項2記載の熱管理デバイス。

【請求項15】 前記熱硬化性樹脂がエポキシ樹脂、シアネート樹脂、熱硬化性ポリエステル樹脂及びフェノール樹脂から成る群から選択される、請求項4記載の熱管理デバイス。

【請求項16】 前記熱可塑性樹脂がポリアミド、ポリフタルアミド、アクリロニトリルブタジエンスチレン樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリアリールエーテル樹脂、ポリフェニレンスルフィド樹脂、ポリスルホン及びポリエーテルスルホンから成る群から選択される、請求項5記載の熱管理デバイス。

## 【発明の詳細な説明】

### 【0001】

本出願は、1997年11月13日出願の米国暫定出願第60/065,418号の利点を特許請求する。

### 【0002】

本発明は、熱管理のためのヒート・パイプ装置に関し、さらに詳しくは、ヒート・パイプ要素と成形ヒート・シンク要素とを含む改良熱管理デバイスに関する。さらに一層詳しくは、本発明は、ヒート・シンク要素と熱連絡したヒート・パイプ要素を含む熱管理装置であって、ヒート・シンク要素が成形可能な熱伝導性の充填剤入りポリマー、好ましくは射出成形可能な熱伝導性の充填剤入り液晶ポリマーを含む前記熱管理装置に関する。好ましくは、熱管理装置をインサート成形操作によって単体構造として形成する。

### 【0003】

例えば、モーター、変圧器及びソレノイドのワインディング(windings)用のよう、電気デバイスの市場分野はこのようなデバイスの小型化にますます移行しつつある。このことは次に内部装置の操作温度を上昇させ、これらの用途に用いられる絶縁材の高いヒート・レイティングの必要性のみでなく、熱の除去と消散のための改良方法の必要性をも生じる。熱発生も、例えばレーザ・ダイオード、発光ダイオード、サイリスタ、マイクロ波電子トランジスター・デバイス等のよう、半導体要素から成る非常に多様な電子デバイスにおける問題である。例えば、チップの片面上又は近くに配置された無数のトランジスタを有する単結晶シリコンから成る半導体又はマルチチップ・モジュールはかなりの量の熱エネルギーを操作中に生じる。電子要素の耐用寿命のためには副生成熱の除去が重要であり、当該技術分野は改良された熱管理系と、このようなデバイスに関連した高レベルの熱出力を管理する方法とを絶えず求めている。

### 【0004】

熱管理は長い間、広範囲な研究と調査の対象であった。初期の実施は、それらの高い熱伝導率のために選択された金属と合金から構成された、キャリヤー及びハウジングを包含する、ヒート・シンクの使用に基いており、このようなデバイ

スは広範囲な用途を見出し続けている。材料におけるさらに最近の革新と改良とは例えば、ダイヤモンドが知られる限りで最高の熱伝導率を有するという事実を利用しようと意図した、金属ハウジングと金属被覆ダイヤモンド・チップ又はウェファとの組み合わせを包含している。特に、ダイヤモンド要素の限定されたサイズと高いコストとによって生ずる実際の問題を含めた、ダイヤモンドに基くデバイスの明白な欠点は、熱伝導率を高めるために充填剤としてダイヤモンド粒子を含有する金属マトリックス複合材料の開発をもたらした。特に高出力密度デバイスと共に用いるために設計された、熱管理問題の他の解決策は、冷却剤としての液体窒素に基く、液体冷却したヒート・シンク構造とチップ・モジュール・ハウジングとを包含する。

#### 【0005】

先行技術構造の欠点は、それらの製造に関連した複雑さにある。一般に、熱管理デバイスは、主として良好な機械的性質と組み合わせた優れた熱伝導の必要性のために、金属から構成されている。熱管理デバイスに用いられる大抵の金属と、冷却される電子要素との間、並びにこれらの要素と、デバイスを収容するプラスチック・ケース及び要素との間にはかなりの熱膨張率 (CTE) 差が存在する。これらの差が嵌め合い要素にかなりの機械的応力を与え、使用中に破損の機会を生ずると考えられる。ヒート・シンク材料のCTE性質と半導体のCTE性質との調和は、切削加工が困難であり、デバイスの重量を有意に高める高密度合金の使用を必要とする。CTEの大きい差を補うことも行われるが、これは製造を困難にするような複雑な設計を必要とする。さらに、対流による効果的な熱消散は表面積の関数である。熱負荷が増加するにつれて、さらに大きい表面積を有する対流熱交換要素を用いることが必要になり、このことがさらに重量を高め、設計のフレキシビリティに不利な影響を与える。

#### 【0006】

熱管理における金属代用品として、低密度材料が提案されている。炭素又は結晶質黒鉛を含む構造が特に魅力的であり、両方の材料は高度に熱伝導性であり、それらが代替えする金属よりもかなり低い密度を有し、低い、負でさえあるCTEを有する構造に作ることができる。軽量黒鉛と炭素-炭素複合材料とはヒート

・シンク及び熱管理用途に用いるために知られ、受容されるが、これらの材料から複雑な構造を製造することは一般に困難であるので、このような要素は金属から構成された要素に比べてより高価になると考えられる。

### 【0007】

良好な成形性を有する熱可塑性樹脂は、注型適性の、成形可能な熱硬化性樹脂と同様に容易に入手可能である。しかし、樹脂は一般に高い熱膨張率を有し、熱の不良な導体である。クリープ若しくはそりによる破損、又は硬質熱硬化性樹脂の場合には亀裂形成若しくは熱機械的な応力による同様な破損を経験せずに、広範囲な温度にわたって熱サイクルに耐えることができるものは殆どない。CTEを低下させ、それによって寸法安定性を改良する方法として樹脂に充填剤を加えることは、周知であり、樹脂製造分野において広く用いられており、熱伝導性を改良するためにも有用であると判明すると考えられる。伝導性炭素若しくは黒鉛充填剤、種々な金属、ガラス若しくはカーボンブラックの球状粒子、非球状金属若しくはセラミック粒子、ステンレス鋼フィラメント、アルミニウム繊維等を包含する粒状物質が当該技術分野において開示され、熱伝導性の改良が望ましい場合に特に有用であると特徴付けられている。しかし、これらの充填剤を含有する樹脂を熱管理目的に用いている場合に、ごく僅かな改良がなされているにすぎない。一般に、電子産業に商業的に用いられている充填剤入り熱硬化性樹脂は2～4W/mKのオーダーの熱伝導率を有するが、4～9W/mK範囲内の熱伝導率を有する射出成形可能な充填剤入り熱可塑性配合物が開示されている。当該技術分野において開示されている最大伝導性の充填剤入り樹脂配合物の熱伝導率でさえ10W/mK未満であり、例えば金属フィラメント等のような高伝導性充填剤を含む大抵の商業的に入手可能な充填剤入り樹脂は一般に2～3W/mK程度に低い、まだ非常に低い熱伝導性である。したがって、充填剤入り樹脂、特に充填剤入り熱可塑性樹脂は限定された受容性を見出しているに過ぎず、熱負荷が低い場合及び熱交換デバイスのサイズの小型化が重要な設計要素ではない場合に用いるために一般に良好に適している。

### 【0008】

さらに最近では、例えばマイクロプロセッサー半導体要素のような熱源から熱

を効果的かつ迅速に移動してさらに消散させるための手段としてヒート・パイプに、コンピュータ製造業者が注目している。通常、ヒート・パイプは一部に流体を充填された中空金属管であるが、固体の熱伝導性物質を含むヒート・パイプを含めた代替え形もこれらの構造に使用可能である。使用時に、ヒート・パイプの蒸発器又は入熱帶(heat input zone)が、冷却される半導体構造に又はより一般的には、デバイスと熱連絡する挿入ヒート・シンクに直接、熱的に結合される。ヒート・パイプの冷却器又は熱消散帶に取り出される熱は熱的に結合した冷却フィン又は例えば熱プレート等のような第2ヒート・シンク要素によって環境に消散される。

#### 【0009】

要素間の良好な熱伝達は効果的かつ効率的な操作のために重要であるので、金属フィンとヒート・シンク要素とを一般にヒート・パイプにスウェービング、はんだ付け又はろう付けする。或いは、要素をファスナー、クランピング・デバイス等によって機械的に接触させることができ、これらの目的のために熱伝導性接着剤も用いられている。アセンブリのヒート・パイプ要素が使用中にヒート・シンク要素に関して例えば回転可能又は滑動可能に転位するように、したがって永久的に固定されないように意図される場合には、空隙を充填して、パーツ(parts)の接触面間に連続接触領域を与えるために、耐熱性グリース(thermal grease)が用いられている。米国特許第5, 598, 320号を参照のこと。ヒート・パイプがピントル又はヒンジピンとして役立ち、該ピントルを受容するガジオン(gudgeon)を通してディスプレイ・ハウジングに熱を伝達するヒンジ式コンピューティング・デバイスも開示されている。米国特許第5, 621, 613号を参照のこと。

#### 【0010】

基板内にチャンネルを形成し、次にこれらのチャンネルを封じ込めることによって、内部ミクロヒート・パイプを有するヒート・パイプ・パネルを製造することも当該技術分野において知られている。例えば、ミクロヒート・パイプを形成する内部管状通路を有する蒸着タンクスチタン又はタンクスチタン-レニウム合金のヒート・パネルも開示されている。米国特許第5, 598, 632号を参照のこと。

と。

### 【0011】

ヒート・パイプの使用は熱除去の効率を非常に改良することができるが、除去された熱が次に通常は環境に消散され、このことが一般に例えば熱パネル等のようなヒート・シンクの使用を必要とする。実際に、これらの後者の要素は、ポータブル電子デバイスのケースの外部特徴又は構造要素として、環境と熱連絡して配置された熱プレートのような硬質金属構造の形を最も頻繁にとっている。このように、熱管理デバイスによって課せられる必要条件は依然として、設計のフレキシビリティに影響を与え、制限し、同時にデバイスの総重量を高めるように思われる。

### 【0012】

当該技術分野は依然として、熱管理問題のよりフレキシブルな解決策を求めている。熱除去のさらなる改良が達成されているとしても、熱負荷は一層小型の電子デバイスという要望によって増大し続けている。除去された熱を環境に充分に消散させるために、必然的に、ヒート・シンクのサイズも増大しなければならず、このことが次に小型化傾向を妨げている。電子デバイスのケース要素としての使用に適した熱伝導性の、低密度で、容易に成形される構造材から形成された熱消散手段を含む熱管理装置は熱管理分野の有望な進歩であると考えられる。

### 【0013】

#### (発明の概要)

本発明の改良された熱管理装置は、充填剤入り熱伝導性樹脂を含む成形された熱伝導性ヒート・シンクと熱連絡したヒート・パイプを含む。樹脂は熱可塑性でも熱硬化性でもよい。本発明に適した熱可塑性樹脂の例は、液晶ポリマー (LCPs)、脂肪族ポリアミド、ポリフタルアミド、アクリロニトリルブタジエンスチレン樹脂 (ABS)、及び例えばPPO樹脂とPPS樹脂のようなポリアリールエーテル樹脂を包含する。エポキシ樹脂、シアネット樹脂、熱硬化性ポリエスチル樹脂及びフェノール樹脂を含めた、幾つかの熱硬化性樹脂も本発明に用いるために適する。成形ヒート・シンクの製造にトランスファー成形を用いる場合には、熱硬化性樹脂が特に有用である。例えば圧縮成形及び射出成形のような、他

の成形方法も成形可能である。

#### 【0014】

好ましい1実施態様では、熱伝導性の充填剤入り液晶ポリマーからヒート・シンク要素を射出成形する。ヒート・パイプを成形ヒート・シンク中に挿入して、好ましくは、インサート成形によって、優れた熱伝達特性を有する一体式単体構造を与えることによって、耐熱性グリース等の必要性なく前記ヒート・パイプの特定部分をヒート・シンク要素と熱連絡させる。他の実施態様では、ヒート・シンク要素を熱伝導性の充填剤入りエポキシ樹脂から圧縮成形する。

#### 【0015】

充填剤入りLCP樹脂の良好な熱的性質と寸法安定性と優れた機械的強度とは、低い成形収縮及び密接な許容差と非常に薄い区分(sections)とを有するパーツへの射出成形による製造の容易さと共に、これらの熱伝導性成形コンパウンドを、特に電気デバイスと電子デバイスとに関する熱管理において非常に望ましくかつ有用である複雑な設計を有する要素の構成に特に良好に適したものにする。

#### 【0016】

##### (詳細な説明)

好ましい実施態様では、本発明の熱管理デバイスは少なくとも1個のヒート・パイプを1個以上の成形熱可塑性又は熱硬化性ヒート・シンク要素と共に含む。本発明のために、ヒート・シンクは熱が伝達される任意の構造を包含する。

#### 【0017】

これらの目的に適した熱可塑性及び熱硬化性配合物は熱伝導性であり、好ましくは、約15W/mKより大きい熱伝導率、600W/mK以上ほどの大きい熱伝導率をも有し、ヒート・パイプに損傷を与えないような温度において、この成形温度における高いメルトフローによって容易に成形可能である。一般に7×10<sup>6</sup>psiより大きい、高い引張り弾性率値を有し、マグネシウム及びアルミニウムを含めた軽量金属の剛性と硬さに類似すると表現されることができる熱可塑性配合物がさらに一層好ましい。

#### 【0018】

本発明に用いるために適した、好ましい熱硬化性配合物は不連続な、ピッチに

基く炭素繊維を充填した、例えばエポキシ樹脂のような熱硬化性樹脂を含む。熱硬化性樹脂は当該技術分野において周知であって、述べられており、炭素繊維の濡れ(wet out)を容易にする未硬化状態において低密度を有することを特徴とする。

#### 【0019】

本発明の実施に用いるために適した、好ましい熱可塑性配合物は不連続な、ピッチに基く炭素繊維を充填した、液晶ポリマー(LCP)樹脂を含む。

#### 【0020】

LCP樹脂は当該技術分野において周知であり、述べられている。サーモトロピック液晶ポリマー(LCP)樹脂としてさらに特徴付けられるものは、メルト製造温度における著しく低い溶融粘度と共に、溶融時に光学的異方性を示す。樹脂と充填剤との重量に基いて75重量%程度の高レベルまでもの、高レベルの充填剤をさらに配合したときに、このようなLCP樹脂は良好なメルト加工特徴(melt processing character)と成形可能性とを維持する。

#### 【0021】

好ましいLCP樹脂は1種類以上の芳香族ヒドロキシカルボン酸と共に、1種類以上の芳香族ジカルボン酸と1種類以上の芳香族ジオールとから選択されたモノマーから誘導された芳香族ポリエステルである。

#### 【0022】

本発明の実施に有用なLCP樹脂の形成に用いられる芳香族ジカルボン酸の典型的な例は、例えばテレフタル酸、4,4'-ジフェニルジカルボン酸、4,4'-トリフェニルジカルボン酸、2,6-ナフタレンジカルボン酸、ジフェニルエーテル-4,4'-ジカルボン酸、ジフェノキシエタン-4,4'-ジカルボン酸、ジフェノキシブタン-4,4'-ジカルボン酸、ジフェニルエタン-4,4'-ジカルボン酸、イソフタル酸、ジフェニルエーテル-3,3'-ジカルボン酸、ジフェノキシエタン-3,3'-ジカルボン酸、ジフェニルエタン-3,3'-ジカルボン酸及びナフタレン-1,6-ジカルボン酸のような芳香族ジカルボン酸、並びに例えばクロロテレフタル酸、ジクロロテレフタル酸、プロモテレフタル酸、メチルテレフタル酸、ジメチルテレフタル酸、エチルテレフタル酸

、メトキシテレフタル酸及びエトキシテレフタル酸のような、アルキル、アルコキシル又はハロゲンによって置換された上記芳香族ジカルボン酸の誘導体である。

### 【0023】

LCP樹脂の形成に有用であると判明されうる芳香族ジオールは、ヒドロキノン、レゾルシノール、4, 4'-ジヒドロキシジフェニル、4, 4'-ジヒドロキシトリフェニル、2, 6-ナフトレンジオール、4, 4'-ジヒドロキシジフェニルエーテル、ビス(4-ヒドロキシフェノキシ)エタン、3, 3'-ジヒドロキシジフェニル、3, 3'-ジヒドロキシジフェニルエーテル、1, 6-ナフトレンジオール、2, 2-ビス(4-ヒドロキシフェニル)プロパン、2, 2-ビス(4-ヒドロキシフェニル)メタン等と、例えばクロロヒドロキノン、メチルヒドロキノン、1-ブチルヒドロキノン、フェニルヒドロキノン、メトキシドロキノン、フェノキシヒドロキノン、4-クロロレゾルシノール、4-メチルレゾルシノール等のような、上記芳香族ジオールのアルキル、アルコキシ又はハロゲン誘導体を包含する。

### 【0024】

LCP樹脂の形成に有用であると判明されうる芳香族ヒドロキシカルボン酸は、4-ヒドロキシ安息香酸、3-ヒドロキシ安息香酸、6-ヒドロキシ-2-ナフト酸、6-ヒドロキシ-1-ナフト酸等と、例えば3-メチル-4-ヒドロキシ安息香酸、3, 5-ジメチル-4-ヒドロキシ安息香酸、2, 6-ジメチル-4-ヒドロキシ安息香酸、3-メトキシ-4-ヒドロキシ安息香酸、3, 5-ジメトキシ-4-ヒドロキシ安息香酸、6-ヒドロキシ-5-メチル-2-ナフト酸、6-ヒドロキシ-5-メトキシ-2-ナフト酸、3-クロロ-4-ヒドロキシ安息香酸、2-クロロ-4-ヒドロキシ安息香酸、2, 3-ジクロロ-4-ヒドロキシ安息香酸、3, 5-ジクロロ-4-ヒドロキシ安息香酸、3-ブロモ-4-ヒドロキシ安息香酸、6-ヒドロキシ-5-クロロ-2-ナフト酸、6-ヒドロキシ-7-クロロ-2-ナフト酸及び6-ヒドロキシ-5, 7-ジクロロ-2-ナフト酸等のような、該芳香族ヒドロキシカルボン酸のアルキル、アルコキシ又はハロゲン誘

導体を包含する。

【0025】

これらのモノマーのチオ含有類似体、例えば、芳香族チオールカルボン酸、ジチオール及び芳香族チオールフェノール、並びにヒドロキシルアミン及び芳香族ジアミンから誘導されるアミド類似体を含むLCP樹脂も当該技術分野において知られており、これらの樹脂も本発明の実施に有用であると判明すると考えられる。

【0026】

上述したように、本発明の実施に有用なポリマーは、溶融状態で異方性であるようなLCP樹脂である。ポリマーが溶融状態で異方性であるかどうかが選択された特定の要素、ポリマー中の組成比及びシーケンス分布(sequence distribution)によって決定されることを当業者は理解し、それ故、経験に応じてかつLCP樹脂分野において一般的な知識と実施とに従ってモノマーと組成パラメーターとを選択する。

【0027】

本発明の実施に用いるために特に好ましいLCP樹脂は、例えば6-ヒドロキシ-2-ナフトイル、2, 6-ジオキシナフタレン又は2, 6-ジカルボキシナフタレン等のようなナフタレン部分を含有する反復単位 少なくとも約10モル%、好ましくは約10～約90モル%を含有する。約10～90モル%、好ましくは約65～85モル%、より好ましくは70～80モル%のこのようなナフタレン単位を、約90～10モル%、好ましくは20～30モル%のヒドロキシ安息香酸-誘導単位と共に含有するポリエステルが特に有用である。約30～約70モル%、好ましくは約40～約60モル%のヒドロキシ安息香酸単位と、約20～約30モル%の2, 6-ナフタレンジオール誘導単位と、約20～約30モル%のテレフタル酸誘導単位とを含有するポリエステルの有用であると判明すると考えられる。

【0028】

有用であると判明すると考えられる、LCP樹脂の他の典型的な例は約20～約40モル%、好ましくは20～30モル%の6-ヒドロキシ-2-ナフタル酸

誘導単位と、10～約50モル%、好ましくは約25～40モル%のヒドロキシ安息香酸誘導単位と、約5～約30モル%、好ましくは約15～25モル%のヒドロキノン誘導単位と、5～約30モル%、好ましくは約15～25モル%のテレフタル酸誘導単位とを含有するポリエステル；約10～90モル%の6-ヒドロキシ-2-ナフタル酸誘導単位と、5～約45モル%のテレフタル酸誘導単位と、5～約45モル%のヒドロキノン誘導単位とを含有するポリエステル；約10～40モル%の6-ヒドロキシ-2-ナフタル酸誘導単位を、それぞれ約10～40モル%のテレフタル酸誘導単位及びヒドロキノン誘導単位と共に含有するポリエステル；及び約60～80モル%の6-ヒドロキシ-2-ナフタル酸誘導単位を、それぞれ約10～20モル%のテレフタル酸誘導単位及びヒドロキノン誘導単位と共に含有するポリエステルである。

### 【0029】

本発明の実施に用いられるLCP樹脂の分子量は、樹脂の固有粘度(intrinsic viscosity) (I. V.) によって表して、少なくとも約0.1d1/gであり、好ましくは、0.1重量%の濃度で60℃においてペンタフルオロフェノール中に溶解したときに約0.1～約10.0d1/gの範囲内である。

### 【0030】

LCP樹脂とそれらの製造方法とは当該技術分野において周知であり、広範囲に述べられており、多くの適当なLCP樹脂が商業的なソースから容易に入手可能である。Amoco Polymers社によってXydar (登録商標) LCP樹脂として販売されるLCP樹脂が特に適切である。

### 【0031】

本発明の実施に用いるために適した熱伝導性充填剤は窒化アルミニウム、窒化ホウ素、アルミナ、黒鉛、熱分解黒鉛、アルミニウム、銅及び他の金属粒子、ダイヤモンド、炭化ケイ素、好ましくは炭素繊維を包含する。

### 【0032】

本発明の実施に用いるために適した炭素繊維は、ピッチから製造される、高い熱伝導率と低い又は負の熱膨張率とを有する高黒鉛化炭素繊維を包含する。本明細書で用いる限り、“炭素繊維”なる用語は、黒鉛化、部分黒鉛化及び非黒鉛化

炭素強化繊維又はこれらの混合物を包含するように意図される。好ましい炭素繊維は、約 600 W/mK より大きい、好ましくは約 900 W/mK より大きい、さらに一層好ましくは 1000 W/mK より大きい熱伝導率を有するピッチに基く炭素繊維である。さらに大きい熱伝導率、1300 W/mK 程度の大きさから単結晶黒鉛の熱伝導率、1800 W/mK 以上までを有する繊維も適切である。300 W/mK 程度の低い熱伝導率を有するピッチに基く炭素繊維を用いて、熱伝導性配合物を得ることもできる。

#### 【0033】

600 W/mK から 1100 W/mK より大きいまでの範囲内に入る熱伝導率と、2. 16 g/cc から 2 g/cc より大きいまでの密度と、 $110 \times 10^6$  psi から  $120 \times 10^6$  psi より大きいまでの非常に高い引張り弾性率とを有する、ピッチに基く炭素繊維が商業的ソースから容易に入手可能である。商業的炭素繊維は通常、直径 5 ~ 20  $\mu$  の複数個の、通常 1000 ~ 20,000 個以上の炭素フィラメントを含み、軸方向に整列したフィラメントがトウの繊維方向に強度を与える連続炭素繊維トウ又はヤーンの形状で供給される。

#### 【0034】

一般に、不連続繊維を用いる場合には、繊維は一般に長さが 1/4" より大きい、通常は長さが約 1/4" ~ 約 3/4" である細断されたトウ、又は炭素繊維の粉碎若しくは顆粒化によって得られる約 25 ~ 1000  $\mu$ 、好ましくは約 50 ~ 約 200  $\mu$  の長さを有する炭素粒子であることができる。

#### 【0035】

樹脂配合分野において一般的に用いられる方法及び手段に一般に従うことによって、LCP 樹脂を含めた熱可塑性樹脂と炭素繊維とを容易に混合して、配合することができる。例えば、不連続炭素繊維を任意の好都合な形状の乾燥樹脂と任意の適当な慣用的混合手段を用いて乾式混合する又は同様に一緒にしてから、配合押出機に供給して、それによって、さらなる製造工程に用いるために細断することができる充填剤入り押出物を得る。或いは、熱可塑性樹脂を、連続炭素繊維トウの形状の炭素繊維の必要量と共に、単軸スクリュー押出機に供給して、ストランドとして押し出す、又はプルトルードし (pultruded)、細断して、ペレット

を形成して、回収する。熱硬化性樹脂と炭素繊維とは乾式プレンディングによって容易に混合し、配合することができる、又はミキサー、押出機、スターラー、ロールミル、及び例えばプレプレグ装置(prepreg machine)のような含浸デバイスによって配合することができる。さらに、浸漬、噴霧又は他の塗布プロセスを用いることもできる。

### 【0036】

当該技術分野において一般に知られているように、ガラス繊維、炭素繊維又は同様な脆い繊維充填剤を押出機、射出成形機等のような剪断手段を用いてさらに加工することは一般に、繊維を破断させ、繊維状粒子のサイズをさらに減ずる。次に、高剪断加工手段によって製造した充填剤入り成形体中の粒子の平均サイズは、繊維を最初から連続トウとして供給するか又は細断若しくは粉碎繊維として供給するかに關係なく、一般に35～200μの範囲内であり、充填剤のアスペクト比は約4より大きく、平均して約10までの範囲である。例えば、圧縮成形若しくはトランスファー成形により低剪断条件を用いて加工する場合には、又は注封用樹脂の用途において見出されるように流動性配合物に用いる場合に、繊維の損傷及び破壊は最小になり、成形体はかなり大きい長さの繊維、100μから1/4"程度の大きさ、即ち、細断されたトウ繊維の本来の長さまでの範囲の長さで、一般に約10を超える、対応して大きいアスペクト比を有する繊維を含有する。

### 【0037】

一般に、本発明の実施に有用な充填剤入り樹脂配合物は約20～約80重量%、好ましくは約45～約80重量%、さらに一層好ましくは約60～約75重量%の炭素繊維と、対応して、約80～約20重量%、より好ましくは約55～約20重量%、最も好ましくは約40～約25重量%の樹脂とを含む。この配合物はさらに、このような成形用樹脂と共に用いるために配合分野において慣用的に用いられるような、可塑剤及び加工助剤、並びに熱安定剤、酸化抑制剤、難燃剤、強化充填剤と繊維とを包含する付加的充填剤、染料、顔料等を包含することができる。本発明の充填剤入り成形コンパウンドの有用性が材料によって示される充分な熱伝導率にあることは容易に認識されるであろう。したがって、これらの

付加的な要素と使用量とは、配合物の熱伝導率の低下を回避する又は少なくとも最小にするように選択される。

### 【0038】

単体構造を与えるようにインサート成形操作を用いて、充填剤入り樹脂をヒート・パイプによって射出成形することが好ましい。インサート成形プロセスは典型的に、型にインサートを入れて、インサート又はインサートの望ましい部分の周囲にプラスチック材料を注入して、要素を完成することを含む。本発明の実施では、ヒート・パイプを型に挿入し、次に充填剤入りLCP樹脂を注入し、ヒート・パイプの望ましい部分を囲み、型を充填して、ヒート・シンクを形成する。充填剤入りLCP樹脂は、冷却時に、ヒート・パイプの表面との全ての接触点において近似締り嵌めを有する成形ヒート・シンク要素を形成し、要素間の優れた熱伝達を与える。

### 【0039】

理解されるように、ヒート・パイプは高温又は高圧にさらされると損傷を受ける。ヒート・パイプは特定の環境において、作動流体、構成材料及び設計に一部依存する特定の温度範囲内で操作されるように意図される。過度の圧迫によるヒート・パイプの破壊を防止するために、ヒート・パイプの末端シールを設計上限を有意に超える温度にさらされると、破裂するように設計することができる。さらに、ヒート・パイプが高い外圧又は他の厳しい機械的応力にさらされると、パイプは曲がるか又は歪んで、使用不能になる。高度に充填剤入りのポリマーは一般に射出成形が困難であり、困難に流動する粘性のメルトを形成し、型キャビティに充填するためにポリマーメルト温度を充分に超えるストック温度と共に高い射出圧を必要とする。型キャビティ内での高粘性メルトの不均一な流動はヒート・パイプインサートを厳しい機械的応力にさらすことになり、パイプを歪ませ、曲げたり、折り畳んだりすることにさえなる。例えば本発明の実施に用いるLCP樹脂のような充填剤入りLCP樹脂は低いメルト粘性を有し、多くのヒート・パイプの設計限界内に充分にある400~700°F (200~370°C) の範囲内の比較的低いメルト温度を用いた成形を可能にする。さらに、型に充填するために過度の射出圧を必要としないので、機械的応力によるヒート・パイプへの

損傷を回避する。

#### 【0040】

これらの配合物が熱成形可能である限り、インサート成形操作に用いるために適した、多様な慣用的成形装置及びプロセスのいずれを用いても、充填剤入りLCP樹脂をヒート・パイプによって成形して、本発明による単体熱管理デバイスを形成することができる。

#### 【0041】

LCP樹脂以外の、非常に多様な押出成形可能な及び射出成形可能な熱可塑性樹脂が当該技術分野において一般に知られており、このような樹脂も、高モジュラス炭素繊維を充填して射出成形可能である熱伝導性樹脂を形成するときに、g本発明のために適していると判明すると考えられる。例えば、ナイロン6、ナイロン6, 6、ナイロン4, 6、ナイロン11等のような広く商業的に入手可能なものを含めた脂肪族ポリアミド；例えばヘキサメチレンジアミン、2-メチルペニタメチレンジアミン等のような1種類以上の脂肪族ジアミンの、テレフタル酸化合物との商業的に入手可能なポリマー、並びに例えばイソフタル酸、アジピン酸、ナフタレンジカルボン酸等のような付加的なジカルボン酸化合物との、そのコポリマーを含めたポリフタルアミド；ポリエチレンテレフタレート(PET)樹脂、ポリブチレンテレフタレート(PBT)樹脂等を含めたポリアリーレート樹脂；ポリ(ビスフェノールAカーボネート)を含めたアリーレンポリカーボネート樹脂；例えばPPS樹脂等のようなそのチオエーテル類似体を含めたPPO樹脂のような周知のポリアリールエーテル樹脂と、対応するスルホン-及びケト-結合ポリアリールエーテル、例えばポリエーテルスルホン、ポリフェニルエーテルスルホン、ポリエーテルケトン、ポリフェニルエーテルケトン等が周知であり、このような熱可塑性樹脂を含有する充填剤入り及び非充填剤入り樹脂配合物は種々な商業的ソースから容易に入手可能である。

#### 【0042】

このような熱可塑性樹脂は、特に、本明細書で上述したような炭素繊維を含む熱伝導性充填剤を充填したときに、多くの熱管理用途に適した熱伝導性になるとと考えられる。しかし、表面積の有意な増大を必要とせずに熱消散させるヒー

ト・シンクに及び高い熱負荷が予想される他の熱管理用途に用いるために必要な高レベルの熱伝導率を得るために、一般に少なくとも45重量%程度の大きさ、好ましくは50~80重量%の、高レベルの炭素繊維負荷を用いることが必要である。これらのレベルまでに充填したときに、大抵のこのような熱可塑性材料は、成形することが極めて困難になり、例えばヒート・パイプ等のような感熱性及び感圧性インサートを用いるインサート成形操作にあまり適さない圧力及び高温を必要とする可能性がある。

#### 【0043】

熱伝導性の充填剤入り熱硬化性樹脂も知られており、多くが熱伝導性の注封材料、封入材料、接着材料及び塗料材料並びにシート成形コンパウンド、バルク成形コンパウンド等として、特に電子工学用途の熱管理のために商業的に用いられている。エポキシ樹脂、シアネット樹脂、ノボラック、レゾール及び同様な熱硬化性フェノール樹脂、熱硬化性ポリエステル等を含めた、慣用的な熱硬化性樹脂を、この明細書で上述したような、細断炭素繊維トウ又は粉碎した若しくは顆粒状の炭素繊維と有利に混合して、熱管理デバイスに用いるために適した熱伝導率を有する熱硬化性成形用樹脂及び材料を得ることができる。このような配合物は慣用的な手段によって、通常は、圧縮成形若しくはトランスファー成形プロセスを用いて又は熱成形工程等においてB状態樹脂組成物を用いて成形され、製造されることができる。適当に成形してから、熱硬化又は硬化したときに、大抵の熱硬化性材料の特徴であると一般に認められる高温における寸法安定性と共に、2~5W/mKから80~100W/mK以上までの高い熱伝導率を充填剤の使用レベルに依存して有する、充填剤入り樹脂成形体を得ることができる。熱成形し、硬化して、強靱でフレキシブルなパーツを製造することができる充填剤入りエラストマーも当該技術分野で知られており、これらは適当な充填剤の使用によって熱伝導性にすることもできる。

#### 【0044】

##### (実施例)

下記実施例に用いる材料を次に挙げる：

K-1100X    Amoco Performance Products

からThornel (登録商標) UHM炭素繊維K1100Xとして得られる炭素繊維、公表された仕様書によると、約 $130 \times 10^6$  psiの引張り弾性率、 $2.21 \text{ g/cc}$ の密度、及び $1100 \text{ W/mK}$ の熱伝導率を有する。

【0045】

P-120 Amoco Polymers社からThornel (登録商標) 炭素繊維P-120として得られる炭素繊維、公表された仕様書によると、約 $120 \times 10^6$  psiの引張り弾性率、 $2.17 \text{ g/cc}$ の密度、及び $900 \text{ W/mK}$ の熱伝導率を有する。

【0046】

E600X Amoco Polymers社からThornel (登録商標) 炭素繊維E-600Xとして得られる炭素繊維、公表された仕様書によると、約 $120 \times 10^6$  psiの引張り弾性率、 $2.14 \text{ g/cc}$ の密度、及び $600 \text{ W/mK}$ の熱伝導率を有する。

【0047】

Radel A Amoco Polymer社からRadel (登録商標) A3800ポリアリールエーテルスルホンとして得られるポリエーテルスルホン樹脂。

【0048】

PPA-1 Amoco Polymers社からAmodel (登録商標) ポリフタルアミド樹脂として得られるポリフタルアミド樹脂

Nylon 6, 6 ポリヘキサメチレンアジパミド

LCP Amoco Polymers社からXydar (登録商標) SRT900樹脂として得られる液晶ポリマー。

【0049】

機械的性質は、他に指定しない限り、ASTM標準化試験方法によって測定した。

【0050】

熱伝導率は、多重路に沿った出力／入熱及び温度差の測定と、定常条件下での横断面熱流の測定とから得られる。既知熱伝導率のアルミニウム又は銅パネルを

用いて、デバイスのキャリブレーションを行った。

### 【0051】

熱伝導率は Fourier Conduction Law:

$$q = KA \cdot \Delta T / \Delta X$$

を用いて算出する: 式中、 $q$  = 入力;  $A$  = 横断面積;  $K$  = 热伝導率;  $\Delta T$  = 热流の方向における抵抗熱デバイス間の温度差; 及び  $\Delta X$  = 温度測定デバイス間の距離。データは  $W/mK$  で報告する。

### 【0052】

(充填剤入り樹脂組成物)

実施例1. 1/4" の公称長さを有する細断 K-1100 炭素繊維トウに Xydar LCP 樹脂ペレットを乾式混合し、押出し配合し (extrusion compounded)、細断して、45 重量% の目標レベルの炭素繊維を含有する充填剤入り樹脂のペレットを得た。HPM 75 トン射出成形機を用いて乾燥した樹脂ペレットを射出成形することによって、供試体 (6" x 6" x 1/16") を製造した。性質を表 I に要約する。

### 【0053】

実施例2～5. 実施例1の方法に実質的に従って、10、45 及び 60 重量% の炭素繊維レベルで一連の充填剤入り Xydar 樹脂を得た。実施例1におけるようにペレットを射出成形して、フラットパネルと 4" x 4" x 1/8" の供試体とを得た。熱伝導率を下記表 I に要約する。

### 【0054】

【表 1】

表 I. 細断K1100炭素纖維を充填したXydar LCP樹脂

実施例N.O.		1	2	3	4	5
纖維含量 <sup>1</sup>	(重量%)	45	10	45	45	60
型温度。F		-	220°	150-	100°	100°
				220°		
熱伝導率						
流动方向(w/m °K)		23.9	7.5	21.1	20.7	21.4
横断方向(w/m °K)		13.2	8.1	20.4	21.2	21.3
比重	(g/cc)	1.66	1.44	1.66	1.66	1.72
引張り強度	(Kpsi)	15.4	-	-	-	-
引張り弾性率	(Mpsi)	4.7	-	-	-	-
E	(%)	1.5	-	-	-	-
曲げ強度	(Kpsi)	22.2	20.6	25.6	25.0	24.8
曲げ弾性率	(Mpsi)	3.8	1.8	4.9	4.6	5.0
体積抵抗率(ohm-cm)		1.5	-	-	-	-
HDT、264psi(°F)	-	251	275	274	276	
Izod衝撃強さ						
ノッチなし(ft-lb)		6.4	13.1	10.9	11.7	1.4
ノッチ付き(ft-lb/in)		3.2	-	-	-	-

注釈: 1. 繊維含量=公称重量%纖維

### 【0055】

約20重量%未満の炭素纖維を含む配合物が充分な熱伝導率を有さないことは明らかである。多少変動があるが、充填剤入り材料は、熱的性質に関して異方性であるように、又は成形体の平面において実質的に等方性であるように成形することができる。大抵の系に関して、纖維面に沿った若干の纖維整列度があり、流动方向に最も頻繁に生じる大きい整列度が存在するように思われる。しかし、流动面に垂直な性質は、大抵の射出成形品では三次元の纖維配向が生ずることを示している。

### 【0056】

本発明による組成物を他の熱可塑性樹脂を用いて製造して、熱伝導性パーツを得ることもできる。

### 【0057】

実施例6と7. Killion 1.5" 単軸スクリュー押出機に連続K-1 100X炭素繊維をポリスルホン樹脂と共に供給することによって、連続K-1 100X炭素繊維にRade 1ポリエーテルスルホンを配合して、配合済み樹脂をストランドに押出成形し、ストランドを細断して、充填剤入りポリスルホンペレットを形成した。供給速度を調節して、18重量%目標レベルと33重量%目標レベルの炭素繊維を有するストランドを得た。これらのペレットを次に乾燥させ、圧縮成形して、供試体として用いるための4" x 4" x 1/8" のクーポンを得た。

#### 【0058】

実施例8. 60重量%目標レベルの炭素繊維を有するロッドを得るように調節した供給速度で、樹脂と連続K1100X炭素繊維とを押出機に供給することによって、プルトルーディッド・ロッド(pultruded rod)をナイロン6, 6から製造した。このプルトルーディッド・ロッドを細断して、1/2" ペレットを得た。HPM75トン射出成形機を用いて、乾燥ペレットから試験ブレーキを射出成形した。性質を表IIに要約する。

#### 【0059】

実施例9、10及び11. 1/4" の公称長さを有する細断E-600X炭素繊維トウにPPA-1樹脂ペレットを乾式混合し、押し出し配合し、細断して、10、50及び70重量%の目標レベルの炭素繊維を含有する充填剤入り樹脂のペレットを得た。前述したように乾燥樹脂ペレットを射出成形することによって、供試体を製造した。性質を表IIに要約する。

#### 【0060】

【表2】

表 I I

実施例No.	6	7	8	9	10	11
樹脂種類 <sup>1</sup>	Radel	Radel	nylon 6, 6	PPA-1	PPA-1	PPA-1
繊維種類 <sup>2</sup>	K1100	K1100	P-120	E600X	E600X	E600X
繊維含量 <sup>2</sup> (重量%)	18	33	(60)	10(9.6)	50(44)	70
繊維長さ <sup>2</sup> (μ)	50	50	80	80	80	-
熱伝導率						
流動方向 (W/mK)	13	18	37	-	15.2	33.8
横断方向 (W/mK)	-	-	27	-	19.7	21.0
厚さ (W/mK)	-	-	-	-	1.7	5.8
CTE						
流動方向 (ppm)	-	-	4.5	-	10.3	6.4
横断方向 (ppm)	-	-	19	-	6.0	16.1

注釈：1. 樹脂の同定に関しては、本文を参照のこと。2. 繊維の同定に関しては、本文を参照のこと；繊維含量＝公称重量%繊維；()内の数値は重量分析によって測定した実測値である；繊維長さ＝成形サンプルにおいて顕微鏡によって測定した平均繊維長さである。

### 【0061】

本発明による組成物を圧縮成形して、熱伝導性パーツを得ることもできる。

実施例12. 50重量%のRadelポリエーテルスルホンと、50重量%の、公称長さ1/4"を有する細断K-1100炭素繊維トウとから成る組成物を溶液含浸によって用意した。この混合物を圧縮成形して、熱的性質の供試体を得た。面内(又はXとY方向)熱伝導率は90.4W/mKと102.9W/mKであった。熱膨張率は4.0ppm/°Fであった。

### 【0062】

実施例13. 50重量%のRadelポリエーテルスルホン粉末と、50重量%の、公称長さ1"を有する細断K-1100炭素繊維トウとから成る乾燥ブレンドを圧縮成形して、熱的性質の供試体を得た。面内(又はX方向)熱伝導率は67.8W/mKであった。幾らかの濡れ難さが観察された。

### 【0063】

実施例14. 50重量%のRadelポリエーテルスルホン粉末と、50重

量%の、 $200\mu$ 粒子を得るように粉碎又は顆粒化したP-120炭素繊維とか  
ら成る乾燥ブレンドを圧縮成形して、熱的性質の供試体を得た。面内(又はX方  
向) 熱伝導率は $37.0\text{ W/mK}$ であった。幾らかの濡れ難さが観察された。

#### 【0064】

例えれば一般的なエポキシ注封用樹脂のような熱硬化性樹脂に炭素繊維を充填し  
て、成形、硬化して、熱伝導性パーツを得ることもできる。

#### 【0065】

実施例15. 70重量%のエポキシ樹脂と、30重量%の、 $200\mu$ 粒子を得るように粉碎又は顆粒化したP-120炭素繊維とから成る充填剤入りエポキシ組成物を、該液体樹脂と該粒状物とを一緒にし、手で混合することによって製造して、型中に注入し、ブラークを硬化させて、熱的性質の供試体を得た。面内(又はX方向) 熱伝導率は $15\text{ W/mK}$ であった。

#### 【0066】

(インサート成形熱デバイス)

実施例16. 実施例5の60重量%炭素繊維充填LCP樹脂配合物を用いて、 $3\text{ mm} \times 160\text{ mm}$ ヒート・パイプと射出成形ヒート・シンクとを含む熱デバイスを構成した。 $12\text{ mm} \times 12\text{ mm} \times 96\text{ mm}$ のサイズである型キャビティを、この型キャビティ中に挿入されたヒート・パイプを中央に据えて、支えるよう  
に固定した。次に、閉鎖した型に、前述したようなHPM75トン射出成形機を  
用いて、充填剤入りLCP樹脂配合物を注入した。冷却した成形物を取り出した  
後に、センターリング固定具(centering fixture)を取り出し、射出成形樹脂中に  
51mmの長さまで冷却器部分においてはめ込まれたヒート・パイプを形成した。  
次に、このブロックを粉碎して、厚さ1mm、高さ4~5mmの複数個のフィンを形成した、これらのフィンはヒート・パイプの軸に集中し、この軸に垂直に  
配置され、はめ込まれた長さに沿って1mm間隔を置いて配置された。ヒート・  
シンクの総重量は12gであった。ヒート・パイプのソース端部を14mmの長  
さまで熱伝達ブロック中に埋め込む。熱伝達ブロックを5.5ワットの一定の入  
力で電気的に加熱した。ソースの温度と周囲温度とを熱電対によって測定し、一  
定入力に関する温度上昇は、構造の熱を消散させる能力に反比例する。

## 【0067】

周囲温度が23°Cであるときに、ダイ／ソース温度は71°Cであり、8.6°C／ワットの熱抵抗を生じた。

## 【0068】

比較例。3x160mmのヒート・パイプを冷却器端部に、13mmx20mmx長さ14mmのサイズであり、26gの重量を有する商業的キャストマグネシウム・フィン付きヒート・シンクに埋め込み長さ95mmで取り付けた。熱接着(thermal additive)をヒート・シンクとヒート・パイプとの間の接触面に適用した。ソース端部を熱伝達ブロック中に14mmの長さまで埋め込み、実施例16におけるように加熱した。ダイ／ソース温度は71°Cであり、周囲温度は25°Cであり、8.3°C／ワットの熱抵抗値を生じた。

## 【0069】

したがって、射出成形したヒート・シンクは先行技術の大型で、かなり重いキャストマグネシウム・ヒート・シンクと実質的に同じ程度ノ熱消散を生じることが見られる。

## 【0070】

本発明の成形熱管理デバイスが当該技術分野における実質的な進歩を表し、熱管理用途に用いるために有意に改良された材料を提供することは、明らかである。本発明のデバイスの形成に用いられる熱伝導性樹脂配合物は慣用的な加工手段を用いて用意に製造され、一般に、優れた機械的性質と良好な寸法安定性とを有する強靭な材料である。これらの改良された熱伝導性樹脂成形用コンパウンドは熱管理要素の製造に用いるために広範囲な用途を見出すと考えられる。

## 【0071】

したがって、本発明の熱管理デバイスがヒート・パイプを成形ヒート・シンクと共に含むと表現することができ、ヒート・シンク要素が好ましくはヒート・パイプと共にインサート成形されて、一体式単体構造を形成する。熱伝導性ヒート・シンク要素は、配合物中の伝導性充填剤の量に依存して、約5W/mKより大きい、好ましくは約10W/mKより大きい、さらに好ましくは約80W/mKから600W/mK程度の大きさまで、さらに一層好ましくは約100～約4

50 W/mKの熱伝導率を、やはり伝導性充填剤の種類とレベルとに依存して、一般に10 ppm/°C未満の特に低い熱膨張率と共に有する充填剤入り熱可塑性又は熱硬化性成形用コンパウンドから成形されるとして、さらに特徴付けられることができる。本発明のより好ましい実施態様に用いられる充填剤入り熱可塑性射出成形用コンパウンドは約80～約20重量%、好ましくは約50～約20重量%の熱可塑性LCP樹脂と、約20～約80重量%、好ましくは約50～約80重量%の炭素繊維とを含むとさらに表現されることができ、前記炭素繊維は約600 W/mKより大きい、好ましくは約750 W/mKより大きい、より好ましくは約900 W/mKより大きい、さらに一層好ましくは1000 W/mKより大きい熱伝導率を有する。

#### 【0072】

充填剤入り樹脂配合物がさらに、樹脂配合及び樹脂成形分野で慣用的に用いられるような、可塑剤、加工助剤、安定剤等を含むことができることは理解されるであろう。高い熱伝導率を有する適当で、容易に製造される材料を技術分野が今まで有していなかった電気及び電子用途の熱管理デバイスの製造に用いるために、この配合物は特に適する。

#### 【0073】

さらなる修正及び変更は樹脂分野に熟練した人に容易に明らかであろう。例えば、ヒート・スプレッダー又はヒート・プレーン、インサート成形操作における要素を含めたヒート・シンク中にはめ込まれた複数個のヒート・パイプ要素を用いて、非常に多様な熱管理デバイスを設計することができることは、当業者によって容易に理解されるであろう。例えば、付属の密封シールされたハウジングを形成するために、任意に付属の電気又は電子要素を含む、熱管理デバイスのオーバーモールディング(overmolding)を含めた、さらなる成形又は後成形操作の使用も考えられる。このようなさらなる実施態様と改変とは当業者の熟練の範囲内に充分に入ることが見られるので、特許請求の範囲によって定義される本発明の範囲内であることは理解されるであろう。

## 【手続補正書】

【提出日】平成12年6月15日(2000.6.15)

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】少なくとも1個のヒート・パイプとそれと熱連絡する成形ヒート・シンクとを含む熱管理デバイスであって、前記ヒート・シンクが15W/mKより大きい熱伝導率を有する充填剤入り樹脂組成物を含み、前記組成物が充填剤と樹脂との合計重量に基いて20～80重量%の熱伝導性充填剤と80～20重量%の樹脂とを含む前記デバイス。

【請求項2】熱伝導性充填剤が炭素繊維である、請求項1記載の熱管理デバイス。

【請求項3】前記樹脂が液晶ポリマーである、請求項1又は請求項2に記載の熱管理デバイス。

【請求項4】前記樹脂が熱硬化性樹脂である、請求項1又は請求項2に記載の熱管理デバイス。

【請求項5】前記樹脂が熱可塑性樹脂である、請求項1又は請求項2に記載の熱管理デバイス。

【請求項6】前記炭素繊維が300W/mKより大きい熱伝導率を有するピッチに基く炭素繊維である、請求項2記載のデバイス。

【請求項7】前記炭素繊維が600W/mKより大きい熱伝導率を有するピッチに基く炭素繊維である、請求項2記載のデバイス。

【請求項8】前記組成物が15W/mK～600W/mKの範囲内の熱伝導率を有する、請求項2記載のデバイス。

【請求項9】前記炭素繊維が1000W/mKより大きい熱伝導率を有する、請求項7記載のデバイス。

【請求項10】 前記炭素繊維が600W/mK～1800W/mKの範囲内の熱伝導率を有する、請求項7記載のデバイス。

【請求項11】 前記成形ヒート・シンク要素中にはめ込まれた前記ヒート・パイプ要素を有する単体構造を与えるように、前記デバイスがインサート成形されている、請求項1記載の熱管理デバイス。

【請求項12】 前記成形ヒート・シンク要素中にはめ込まれた前記ヒート・パイプ要素を有する単体構造を与えるように、前記デバイスがインサート成形されている、請求項2記載の熱管理デバイス。

【請求項13】 前記熱硬化性樹脂がエポキシ樹脂、シアネート樹脂、熱硬化性ポリエステル及びフェノール樹脂から成る群から選択される、請求項4記載の熱管理デバイス。

【請求項14】 前記熱可塑性樹脂がポリアミド、ポリフタルアミド、アクリロニトリルブタジエンスチレン樹脂、ポリカーボネート、ポリアリールエーテル樹脂、ポリフェニレンスルフィド樹脂、ポリスルホン及びポリエーテルスルホンから成る群から選択される、請求項5記載の熱管理デバイス。